

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Сучасні технології
у промисловому виробництві**

**МАТЕРІАЛИ
НАУКОВО - ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
ВИКЛАДАЧІВ, СПІВРОБІТНИКІВ,
АСПІРАНТІВ І СТУДЕНТІВ
ФАКУЛЬТЕТУ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ
ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
(Суми, 14–17 квітня 2015 року)**

ЧАСТИНА 2

Конференція присвячена Дню науки в Україні

Суми
Сумський державний університет
2015

АНАЛІЗ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ ДОТИСКУЮЧОГО ГАЗОПЕРЕКАЧУВАЛЬНОГО АГРЕГАТА З КОМПРЕСОРАМИ РІЗНОЇ КОНСТРУКЦІЇ

*Парафійник В. П. доцент; Мірошниченко К. О., студентка, СумДУ;
Тертишиний І. М., інженер, ПАТ «Сумське НВО ім. М. В. Фрунзе»*

Термодинамічний аналіз ефективності енерготехнологічних схем складного енергетичного обладнання, до складу якого відносяться газоперекачувальні агрегати (ГПА), що створюються на основі відцентрового компресору (ВК) та газотурбінного приводу (ГТП), є основою процесу створення таких турбокомпресорних агрегатів.

В процесі експлуатації газового родовища тиск газу на вході в головну лінійну компресорну станцію (КС) суттєво зменшується і виникає необхідність в створенні дотискувальних КС, які комплектуються ГПА, що мають високонапірні ВК зі значно вищим значенням відношення тисків π_k . Зокрема, для освоєння Яро-Яхінського родовища газу (ТОВ «Північ-нафта-Уренгой», компанія «Єврохім», Росія) в СКБ ПАТ «Сумське НВО ім. М. В. Фрунзе» (далі СКБ ПАТ) з урахуванням побажань замовника були сконструйовані агрегати ТКА-Ц-6,3А/1,7-7,6, які комплектуються ВК з $\pi_k=4,364$ в однокорпусному виконанні, тобто без проміжного охолодження газу в апараті повітряного охолодження (АПО). Для забезпечення достатньо високого коефіцієнту корисної дії (ККД) робочого процесу стиснення за рахунок використання найбільш доцільної геометрії проточної частини (ПЧ) компресора, яка складалася з шести ступенів стиснення, була вибрана мультиплікаторна схема приводу ВК, що забезпечувала частоту обертання ротора компресора на розрахунковому режимі 13030 об/хв. Така схема приводу ВК потребує використання не тільки мультиплікатора, але й більш складної мастильної системи, що забезпечує роботу мультиплікатора, підшипників та ущільнень, а також розвинутої системи охолодження газу на виході із ВК. Останнє пов'язане з тим, що температура газу на виході із ВК при $\pi_k = 4,364$ досягає значень більш як 460 К, а на вході в магістральний газопровід (МГ) вона повинна бути не більше як $320 \div 330$ К.

В даній роботі був проведений порівняльний аналіз дотискувального агрегату типу ТКА – Ц – 6,3А конструкції СКБ ПАТ, який комплектуються ВК з різними конструктивними схемами на $\pi_k = 4,364$, а також газотурбінним двигуном (ГТД) типу Д336 конструкції ЗМКБ «Івченко – Прогрес». Перша схема ВК має однокорпусне виконання, тобто без проміжного охолодження газу в АПО, а друга схема передбачає двокорпусний ВК (без мультиплікатора) з проміжним і кінцевим охолодженням. Вихідні дані для аналізу ефективності ГПА були визначені з використанням програмно-розрахункового комплексу (ПРК) для газодинамічного проектування, а також ПРК – ТАО (ПРК для термодинамічного аналізу і оптимізації, що функціонують в СКБ ПАТ). Ефективність ВК, ГТП і ГПА визначалася з

використанням їх ексергетичного ККД, а також витрат паливного газу в ГТП, що створювався на основі ГТД типу Д336. Аналіз ефективності блочно-комплектної ГПА з ГТП проводився на основі [1,2].

Результати одержані в роботі, дозволяють зробити наступні висновки:

Використання двокорпусного ВК дозволяє підвищити ефективність його робочого процесу. Зокрема, при використанні схеми ВК з проміжним охолодженням робочого середовища ексергетичний ККД окремих ступенів стиснення (КНТ і КВТ) складає 78,1% ($\eta_{\Pi}=73,3\%$) і 71,3% ($\eta_{\Pi}=65,5\%$), відповідно, для першого і другого ступенів стиснення в ВК. Інтегральна величина ексергетичного ККД ГПА без УТВГ при цьому складає 16,84%, а при однокорпусному стисненні – 15,44%.

Ексергетичний ККД ГПА з УТВГ при $Q=4$ МВт з однокорпусним ВК дорівнює 21,94 % , а при використанні з двокорпусним ВК 23,98 %. З цього можна зробити висновок, що ГПА з двокорпусним ВК на заданих робочих параметрах є більш ефективним ніж з однокорпусним ВК.

Потужність яка витрачається двигуном на стиснення газу в ВК зменшилася з 5,2 МВт(для однокорпусного ВК) до 4,56 МВт. У зв'язку з цим витрати палива в ГТД зменшилися на 136,8 кг/год (3283,2 кг/добу) тобто на 10% (абсолютних).

Використання в складі ГТП агрегату утилізатора теплоти вихлопних газів дозволяє суттєво підвищити його ефективність. Зокрема, при проектних режимах роботи ВК ексергетичний ККД привода складає 52,4 % і 53,4% для потужності 4,56МВт і 5,2 МВт, відповідно, що дозволяє створювати на основі ГПА з такими ВК і двигуном типу Д336 енерготехнологічні установки для транспорту метану по МГ і виробництва електроенергії на КС.

На підставі термодинамічного аналізу можна зробити висновок, що двокорпусна схема ГПА є більш ефективною, але слід також враховувати суттєві конструктивні відмінності двох модифікацій агрегатів. В зв'язку з цим для прийняття остаточного рішення про доцільність реалізації схеми ГПА з двокорпусним ВК необхідно провести техніко-економічний аналіз, який дозволяє визначити терміни окупності ГПА або вартість його життєвого циклу з урахуванням досвіду експлуатації такого обладнання.

Список літератури

1. Прилипко С. А. Анализ эффективности блочно-комплектной турбокомпрессорной установки природного газа с газотурбинным приводом / С. А. Прилипко, В. П. Парафейник, И. Н. Тertyшный // Технические газы, №4 – 2012. – С. 39-47.
2. Термодинамический анализ эффективности центробежного компрессора как сложной энерготехнологической системы в составе агрегата типа ГПА-Ц-32П / И. Н. Тertyшный, В. П. Парафейник, А. Н. Нефедов, С. А. Рогальский, Н. А. Котенко // Труды XVI международной научной технической конференции по компрессоростроению, том1, 2014 – С. 328-339.